

ANALISIS STABILITAS HASIL DENGAN MODEL EBERHART-RUSSEL'S DAN BILOT PADA UML JAGUNG QPM

STABILITY ANALYSIS OF RESULTS BY MODEL "EBERHART-RUSSEL'S" AND BILOT CORN ON UML QPM (QUALITY PROTEIN MAIZE)

Muhammad Yasin Hasanul Gaffar, Sigit Budi Santoso, dan Sri Sunarti

Maize breeder's in ICERI Maros, Sulawesi Selatan-Indonesia, Jl. Ratulangi Maros – Sulawesi Selatan

E-mail : hg_yasin@yahoo.co.id; balitsereal@litbang.deptan.go.id

(Makalah diterima, 14 Nopember 2011 – Disetujui, 28 Agustus 2012)

ABSTRAK

Analisis stabilitas hasil model Eberhart-Russel serta Bilot banyak dimanfaatkan untuk merilis varietas unggul termasuk jagung QPM (*Quality Protein Maize*) entri Balitsereal Maros. Analisis digunakan untuk 14 genotipe (g) F1 hibrida silang tunggal generasi S3-S4 dari populasi MSQ.K1C0xMR14Q (tetua penguji) dan dua jenis komposit, dilaksanakan pada tujuh lingkungan tumbuh (e) yaitu di KP. Maros (e1), KP. Bajeng (e2), Donggala (e3), KP. Muneng (e4), Banjarbaru (e5), Palaihari (e6), dan Pakanbaru (e7). Jagung QPM adalah jenis jagung yang dalam endosperm biji mengandung lisin dan triptophan berkualitas tinggi dua kali dari jagung biasa.

Penelitian pada setiap lokasi dilaksanakan dengan RAK empat ulangan dalam MT 2007. Analisis stabilitas hasil dengan model dari Russel-Eberhart yaitu $Y_{ij} = \mu + \beta I_j + \delta_{ij}$, $i \neq j$ (Y:hasil, μ :nilai tengah umum, β :koefisien regresi, I:indeks lingkungan dan $\sum I_j = 0$, δ : simpangan deviasi dari regresi), dan parameter stabilitas $b_i = \sum Y_i I_j / I_j^2$, db gabungan dan acak gabungan dihitung dengan $g(e-2)=80$ and $eg(r-1)=336$, g: 16 (genotipe QPM), e:7 lingkungan. Analisis SK menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata dari genotipe pada semua lokasi dan analisis gabungan dengan Eberhart-Russel menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata interaksi gxe. Kelanjutan analisis untuk mengetahui genotipe yang stabil digunakan biplot dan ditunjukkan bahwa hibrida silang tunggal MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q adalah hibrida yang stabil pada tujuh lokasi dengan rata-rata hasil 6.673 t/ha. Pengaruh positif interaksi diperoleh pada tiga kandidat yaitu MSQ.K1C0.8-1-1xMR14, MSQ.K1C0.22-1-1xMR14Q, dan MSQ.K1C0.61-1-1x MR14Q di Muneng-Probolinggo, Donggala, dan Banjarbaru.dengan hasil 5.384-6.988 t/ha.

Kata kunci : biplot, gxe, stabilitas

ABSTRACT

Stability is one of the statistical model for desirable properties to released a variety under wide cultivation. The model of Eberhart-Russel's and Bilot has been applied to analyze of QPM as candidate new ICERI (Indonesian Cereals Research Institute) variety, there are 14 genotypes F1 (single cross) from inbred lines S3-S4 of population MSQ.K1C0 x tester MR14Q and 2 opv. (open pollinated variety) were conducted in seven environment under central maize production in Indonesia i.e. South Sulawesi (Maros e1, Bajeng-Gowa, e2), Central Sulawesi (Donggala, e3), East Java (Muneng-Probolinggo, e4), South Kalimantan (Banjarbaru, e5, and Palaihari, e6), and Riau (Pakanbaru, e7). QPM is high lysine and tryptophane in endosperm maize. The experiment in each environment were conducted by rcdb (randomized complete block design) with four replication in rainy season 2007, the stability to studied by Eberhart-Russel's with model $Y_{ij} = \mu + \beta I_j + \delta_{ij}$, $i \neq j$ (Y:yield, μ :mean, β :regression coefficient, I:environmental index and $\sum I_j = 0$, δ : deviation from regression), and stability parameter $b_i = \sum Y_i I_j / I_j^2$, df of pooled deviation and pooled error computed by $g(e-2)=80$ and $eg(r-1)=336$, g: 16 of candidate QPM, e:7 environments. The result source of variation by rcdb that there are significant of genotypes in all environments and in pooled analysis by Eberhart-Russel's were founded interaction of gxe as significant. In biplot x, y shown that single cross MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q was stable genotypes in seven environment and could be recommended as new candidate hybrids with average yield 6.673 t/ha. Positive interaction effect was founded on three candidate hybrids MSQ.K1C0.8-1-1xMR14, MSQ.K1C0.22-1-1xMR14Q, and MSQ.K1C0.61-1-1x

MR14Q in Muneng-Probolinggo, Donggala, and Banjarbaru. with yielded 5.384-6.988 t/ha.

Key words : biplot, gxe, stability

PENDAHULUAN

Analisis statistika dengan kombinasi model dari Eberhart-Russel's dan biplot telah dilakukan untuk merilis jagung hibrida QPM, sebanyak 16 genotipe diseleksi guna menghasilkan kandidat jagung hibrida Balitsereal. Evt (percobaan uji multilokasi/*evaluation variety trial*) dilaksanakan pada sejumlah lingkungan sentra produksi jagung. Crossa et al., (2002) telah melakukan analisis stabilitas hasil komoditas gandum sebanyak 11 genotipe pada 26 lokasi, analisis kombinasi regresi sederhana, sidik komponen utama serta biplot diterapkan untuk mengambil kesimpulan entri unggulan sebagai kandidat calon varietas. Hal yang sama dilakukan oleh Gauch (1992) bahwa respons dari tujuh genotipe kedelai dengan RAK tiga ulangan pada 10 lingkungan telah menghasilkan varietas unggul kedelai.

Penelitian uji multilokasi telah dilaksanakan di Balitsereal selama MT 2007 pada calon hibrida QPM. Stabilitas model telah diterapkan yaitu : $Y_{ij} = \mu + \beta_i I_j + \delta_{ij}$, $i \neq j$ (Y : hasil, μ : nilai tengah umum, β : koefisien regresi, I : indeks lingkungan, δ : simpangan baku, i : genotipe=16, j : lingkungan=7). Parameter stabilitas dihitung : $b_i = \sum Y_{ij} I_j / \sum I_j^2$, dan $\sum Y_{ij} I_j$ adalah jumlah hasil kali dan $\sum I_j^2$ jumlah kwadrat.

Kwadrat tengah (S_d^2) dari model linier: $[\sum \delta_{ij}^2 / (s-2)] - S_e^2 / r$, dimana indeks lingkungan $I_j = [\sum Y_{ij} / t] - [\sum \sum Y_{ij} / ts]$, dan $\sum I_j = 0$, $b_i = \sum Y_{ij} I_j / \sum I_j^2$. Uji hipotesis untuk setiap genotype $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_{16}$, dan $F_{calc} = [(\sum \delta_{ij}^2 / (s-2)) / \dots]$ untuk acak gabungan, $F_{tab} (g-2, gt(r-1))$. Genotipe stabil jika koefisien regresi ($b=1$) dan simpangan baku sama dengan nol ($S_d^2=0$).

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan kandidat calon hibrida QPM Balitsereal dengan menerapkan analisis stabilitas hasil model Eberhart-Russel's dan biplot pada 14 genotipe (g) dan tujuh lokasi pengujian (e).

METODOLOGI

Penelitian uml/*evt* telah dilaksanakan selama mt 2007 pada tujuh lingkungan tumbuh sentra produksi jagung dengan kode yaitu : Sulsel (KP. Maros e1, KP. Bajeng-Gowa e2), Sulteng (Donggala e3), Jatim (Muneng-

Probolinggo, e4), Kalsel (Banjarbaru e5, and Palaihari e6), dan Riau (Pakanbaru e7). Menggunakan RAK empat ulangan model $Y_i = \mu + g_i + r_j + \varepsilon_{ij}$, Y_i : hasil, μ : nilai tengah umum, g_i : genotipe calon hibrida QPM, r_j : ulangan, ε_{ij} : acak~normal dan bebas ($0, \sigma^2$), dimana $i=16$, dan $j=4$ (Steel and Torrie, 1981; Gomez and Gomez, 1984). Analisis gabungan tujuh lokasi models : $Y_i = \mu + g_i + r_{jj} + e_k + (ge)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$, e_k : lingkungan, $(ge)_{ik}$: interaksi gxe, ε_{ijk} : acak gabungan. Jika gxe nyata analisis dilanjutkan dengan sumber keragaman model Eberhart-Russel's (Singh and Chaudhary, 1985). Pengaruh positif dari g yang stabil dilanjutkan dengan analisis diagram biplot x, y. Derajat bebas genotipe = $g-1$, lingkungan+(gxe) = $g(e-1)$, e linier = 1, gxe(linier) = $g-1$, simpangan baku gabungan $g(e-2)$, dan untuk setiap $g = g-2$, acak gabungan = $gxe(r-1)$, r: ulangan. Analisis kwadrat tengah (K.T) untuk $e + (gxe) = \sum Y_{ij}^2 - Y_i^2 / e$, lingkungan = $(1/g)(\sum Y_{ij} I_j)^2 / \sum I_j^2$. Interaksi $gxlinier = \sum [(\sum Y_{ij} / I_j)^2 / (\sum I_j^2)] - JK$. linier. Analisis biplots digunakan pada garis diagram sumbu x, y antara respon hasil setiap genotipe pada lingkungan, analisis dilakukan dengan kombinasi excel dan program mstatc (Einsensmith, 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan total genotipe adalah 6.962 t/ha (Data lampiran 1). Pada tabel 1 terlihat bahwa matriks rata-rata hasil dari tujuh uml adalah:

QPM Genotype	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
g1. MSQ.K1C0.3-1-1xMR14Q	8,91	7,56	6,42	7,30	5,93	5,49	7,46
g2. MSQ.K1C0.8-1-1-1xMR14Q	8,37	7,92	8,00	8,01	6,75	6,34	6,73
g3. MSQ.K1C0.15-2-1-xMR14Q	9,44	6,75	8,19	9,09	6,63	5,17	7,63
g4. MR4Q x MR14Q (Bima-1Q)	8,93	7,68	6,56	7,67	5,40	5,30	7,16
g5. MSQ.K1C0.14-4-2-1xMR14Q	8,85	7,69	6,90	7,91	6,52	6,44	7,64
g6. MSQ.K1C0.22-1-1xMR14Q	8,45	8,32	7,83	7,56	7,77	5,25	6,51
g7. MSQ.K1C0.24-3-1-1xMR14Q	7,45	7,60	7,72	8,10	6,89	5,64	6,68
g8. MSQ.K1C0.6-1-4xMR14Q	9,27	7,00	8,33	8,94	5,70	5,76	6,95
g9. MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q	8,19	7,15	7,01	7,14	6,38	4,69	6,87
g10. MSQ.K1C0.153-1-1xMR14Q	7,73	7,03	8,07	8,12	5,97	4,94	7,11
g11. CML161 x CML165	6,16	7,78	7,50	6,33	6,29	4,70	7,66
g12. CML141 x CML151	8,64	7,86	8,57	8,84	7,56	6,04	8,44
g13. Srikandi Kuning 1	8,92	6,02	7,12	7,97	5,69	5,05	6,50
g14. Srikandi Putih 1	7,86	5,84	7,54	6,23	6,34	4,91	6,12
g15. Bima 1	9,94	9,65	8,61	8,51	8,30	6,23	10,54
g1. MSQ.K1C0.3-1-1xMR14Q	8,96	8,78	7,27	5,84	6,73	5,05	7,24

Vektor rata-rata dari hasil pada tujuh lingkungan:

$G = [8.509 \ 7.536 \ 7.688 \ 6.819 \ 6.564 \ 6.180 \ 5.442]$

Index lingkungan adalah

$I_i = [\sum Y_{ij} / t] - [\sum \sum Y_{ij} / ts]$, $i = 1, 2, 3, \dots, 7$

$I_1 : 8.509 - 6.962 = 1.546$ $I_5 : 6.564 - 6.962 = -0.398$

Tabel 1. Nilai index lingkungan e_i , KK dan uji BNT pada taraf nyata 95% dan 99%

Lingkungan, e_i	Index Lingkungan	KK	Nilai Uji Genotipe	
			BNT 95%	BNT 99%
e1 Maros, South-Sulawesi	1.546	10.150	0.971	1.170
e2 Bajeng-Gowa, South Sulawesi	0.573	8.561	0.910	1.205
e3 Muneng-Probolinggo, East Jawa	0.726	17.570	1.350	1.800
e4 Donggala, Central Sulawesi	-0.143	15.105	1.180	1.585
e5 Banjarbaru, South Kalimantan	-0.398	14.500	0.965	1.280
e6 Palaihari, South Kalimantan	-0.782	15.700	0.860	1.150
e7 Pakanbaru, Riau	-1.521	11.080	0.811	1.080

Tabel 2. Nilai simpangan baku dari model regresi stabilitas hasil uml.

QPM Genotypes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
g1. MSQ.K1C0.3-1-1xMR14Q	7,099	1,118	7,937	8,456	0,519
g2. MSQ.K1C0.8-1-1-1xMR14Q	5,384	0,848	4,565	5,501	0,936
g3. MSQ.K1C0.15-2-1-1xMR14Q	7,741	1,219	9,438	11,036	1,598
g4. BIMA 12Q	7,378	1,162	8,574	12,341	3,767
g5. MSQ.K1C0.14-4-2-1xMR14Q	4,612	0,726	3,351	4,578	1,227
g6. MSQ.K1C0.22-1-1xMR14Q	6,988	1,101	7,692	9,832	2,140
g7. MSQ.K1C0.24-3-1-1xMR14Q	4,802	0,756	3,632	5,131	1,499
g8. MSQ.K1C0.6-1-4xMR14Q	7,675	1,209	9,278	11,229	1,951
g9. MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q	6,673	1,051	7,013	7,952	0,939
g10. MSQ.K1C0.153-1-1xMR14Q	6,244	0,983	6,141	7,115	0,973
g11. BIMA 13Q	3,689	0,581	2,143	6,382	4,239
g12. CML141 x CML151	5,436	0,856	4,655	5,215	0,560
g13. Srikandi Kuning 1	7,011	1,104	7,741	10,267	2,526
g14. Srikandi Putih 1	6,470	1,019	6,594	9,361	2,767
g15. Bima 1	6,113	0,963	5,885	10,727	4,843
g16. Bisi 2	8,272	1,303	10,776	12,406	1,630
Gabungan/ <i>Pooled</i>	-	16,000	105,414	137,529	32,115

Keterangan :

(1) Yield (Y) x indeks (I)

(2) Koefisien \hat{a}_i

(3) $\hat{a}_i \times (YxI)$

(4) Ragam, $\hat{\sigma}^2$

(5) Jumlah kwadrat dari g

* : nyata (tolak H_0)

$I_2 : 7.536-6.962=0.573$ $I_6 : 6.180-6.962=-0.782$

$I_3 : 7.688-6.962=0.726$ $I_7 : 5.422-6.962=-1.521$

$I_4 : 6.819-6.962=-0.143$

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh sangat nyata dari genotype pada semua uml pada e_i , $i=1,2,3,\dots,7$, dan nilai statistik uji BNT disajikan pada tabel 1. Uji menunjukkan bahwa jenis jagung normal (Bima 1) lebih tinggi potensi hasilnya dan berbeda nyata disbanding kandidat hibrida QPM. Analisis indeks lingkungan, koefisien regresi sederhana serta ragam genotype disajikan pada tabel 2

Koefisien dihitung dengan $b_i = \sum Y_i I_{ij} / \sum I_{ij}^2$, dan diperoleh bahwa pengaruh nyata terdapat pada (g8: MSQ.K1C0.6-1-4xMR14Q) dengan nilai koefisien $b = 1.209$ (tolak $H_0=0$). Analisis J.K (S.S) pada kolom 5 untuk setiap g_i , $i=1, 2, 3, \dots, 16$, diperoleh dengan $g_i =$ kolom (4)-(3), ragam $\sigma^2 = 1/n - 1[\sum y_i^2 - (y_i - y)^2/n]$ (Table 2). Analisis sumber keragaman dengan model Eberhart-Russel's disajikan pada tabel 3 dan hasil uji hipotesis menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh nyata interaksi $g \times e$, diantaranya terdapat 11 genotipe QPM yang terseleksi untuk dapat dijadikan kandidat calon hibrida. Vareitas pembanding jagung normal juga menunjukkan pengaruh nyata. Cochran and Cox (1957) melaporkan bahwa perbedaan hasil genotipe pada setiap lingkungan dapat disebabkan adanya respons keragaman yang sangat berbeda antara lingkungan tumbuh. Selanjutnya Stoskopf et al., (1993); Hallauer

Table 3. Analisis Keragaman model Eberthart-Ruseel's pada uml. Mt 2007

Sumber Keragaman	db	K.T	Fhit
T o t a l	111	-	
Genotipe (g)	15	2,11136	
Lingkungan (e) + (g x e)	96	-	
Lingkungan (linier)	1	-	
g x Lingkungan (linier)	15	1,267404	3,157 **
Simpangan Baku Gabungan	80	0,401441	
g1. MSQ.K1C0.3-1-1xMR14Q	5	0.103851	1.087
g2. MSQ.K1C0.8-1-1-1xMR14Q	5	0.187242	1.959
g3. MSQ.K1C0.15-2-1-1xMR14Q	5	0.319643	3.344 **
g4. BIMA 12Q	5	0.753531	7.884 **
g5. MSQ.K1C0.14-4-2-1xMR14Q	5	0.245402	2.567 *
g6. MSQ.K1C0.22-1-1xMR14Q	5	0.428018	4.478 **
g7. MSQ.K1C0.24-3-1-1xMR14Q	5	0.299849	3.137 **
g8. MSQ.K1C0.6-1-4xMR14Q	5	0.390216	4.083 **
g9. MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q	5	0.187767	1.964
g10. MSQ.K1C0.153-1-1xMR14Q	5	0.194672	2.037
g11. BIMA 13Q	5	0.847795	8.870 **
g12. CML141 x CML151	5	0.112044	1.172
g13. Srikandi Kuning 1	5	0.505246	5.286 **
g14. Srikandi Putih 1	5	0.553579	5.792 **
g15. Bima 1	5	0.968722	10.135 **
g16. Bisi 2	5	0.326005	3.411 **
Acak Gabungan/ <i>Pooled Error</i>	336	0,095581	

KK (%) = 9,10%

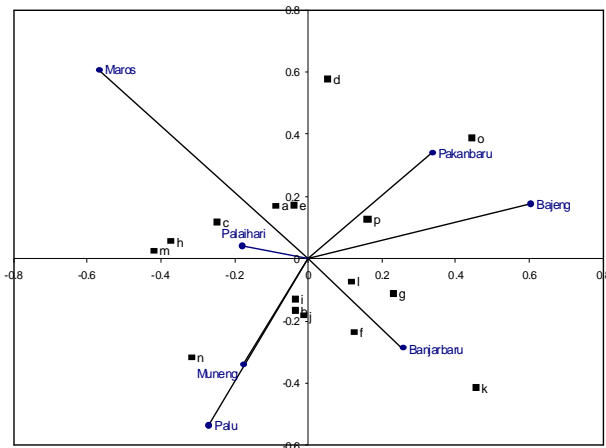
Ftab..5 = 2.210 and Ftab..1 = 3.020

*, ** : nyata dan sangat nyata

and Miranda.(1988) bahwa setiap genetipe sulit diketahui produktivitasnya jika tidak terjadi interaksi dengan lingkungan tumbuhnya.

Biplot. Analisis diagram biplot x, y disajikan pada gambar 1. Pada gambar dapat diketahui bahwa kandidat hibrida QPM MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q (g9) adalah genotype yang stabil pada tujuh lingkungan tumbuh dan dapat direkomendasikan sebagai hibrida nasional. Rataan hasil 6.673 t/ha. Pengaruh positif interaksi terdapat pada tiga kandidat hibrida yakni MSQK1C0.8-1-1xMR14 (g2), MSQ.K1C0.22-1-

1xMR14Q (g6), and MSQ.K1C0.61-1-1x MR14Q (g9) dan hanya direkomendasikan dikembangkan di wilayah Muneng-Probolinggo (e3), Donggala (e4), dan Banjarbaru (e5). Dengan kisaran hasil yang dapat dicapai 5.384-6.988 t/ha. Varietas pembanding jagung normal Bima-1(g15), dan kandidat QPM CML161xCML165(e11) tidak stabil pada tujuh lingkungan tumbuh. Hasil yang diperoleh sesuai dengan pernyataan Westcott (1986) bahwa genetipe stabil jika analisis biplot menghasilkan titik mendekati perpotongan sumbu x,y pada titik nol.



Gambar 1. Biplot hasil bobot biji jagung QPM pada tujuh lokasi uml. MT 2007

Keterangan :

A : g1 b : g2 c : g3 d : g4 e : g5
f : g6 g : g7 h : g8 i : g9 j : g10
K : g11 l : g12 m : g13 n : g14 o : g15
P : g16

Jagung QPM. *QPM (Quality Protein Maize)* adalah jagung fungsional yang berkualitas protein tinggi, terdapat asam amino essensial yaitu *lysine* dan *tryptophane* dua kali lebih banyak dari jagung biasa. Kandungan yang dievaluasi adalah *tryptophane* dan *lysine* 0,39-0,54% dan 0,09-0,12% atau lebih tinggi 86,20% dan 140% dibanding jagung biasa. Bourlaug. (1992); Mertz (1992); Vasal (2002) melaporkan bahwa jagung QPM dapat mengantisipasi penyakit busung lapar (*kwashiorkor*).

KESIMPULAN

Hasil kajian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh nyata setiap genotype yang dievaluasi pada tujuh lingkungan tumbuh. Analisis dengan model Eberhart-Russel's menunjukkan bahwa ada interaksi nyata gxe diantaranya terdapat 11 genotipe yang nyata dan dapat dijadikan sebagai kandidat calon varietas unggul. Analisis diagram x, y dengan biplot menghasilkan bahwa calon hibrida silang tunggal (gi) MSQ.K1C0.61-1-1xMR14Q adalah stabil pada tujuh lingkungan uml dengan rata-rata hasil 6.673 t/ha. Diperoleh pengaruh positif interaksi dari tiga kandidat yaitu MSQ.K1C0.8-1-1xMR14, MSQ.K1C0.22-1-

1xMR14Q, and MSQ.K1C0. 61-1-1xMR14Q dan dapat direkomendasikan untuk stabil dilingkungan Muneng- Probolinggo, Donggala, and Banjarbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Bourlaug. N. 1992. Potential role of Quality Protein Maize in Sub Saharan Africa. Department of Soils and Crops Texas A&M. University College Station. Minnesota: The American Association of Cereal Chemists St. Paul.
- Cochran. W. G., and G. M. Cox. 1957. Experimental Designs. (2nd ed.). New York: John Wiley&Sons.
- Crossa. J., P. L. Cornelius., and W. Yan. 2002. Biplots of Linier-Bilinear Models for Studying Cross over Gx E Interaction. *Crop Science*, 42:619-633
- Einsensmith, S. P., 1988 (in Bricker. B),. User's Guide to MSTAT-C. A Software Program for the Design, Management, and Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan: Michigan State University:1-12
- Gauch. Jr. H. G. 1992. Statistical Analysis of Regional Yield Trials: AMMI Analysis of Factorial Design. Amsterdam: Elsevier.
- Gomez. K. A., and A. A. Gomez., 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd ed. An IRRI Book. Singapore: John Wiley & Sons.
- Hallauer. A. R. and J. B. Miranda. Fo. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2nd ed. Iowa: Iowa State University Press/Ames.
- Mertz. E. T. 1992. Discovery of High Lysine, High Tryptophane Cereals. Department of Agronomy. Purdue University West Lafayette. Indiana. Minnesota: The American Association of Cereal Chemists St. Paul.
- Singh. R. K., and Chaudhary. R. D., 1985. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kamia Nagar: Kalyani Publishers.
- Steel. R. D. G., and J. H. Torrie. 1981. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2nd ed. International Student Edition. Auckland: MC Graw-Hill International Book Company.
- Stoskopf. N. C., Tomes. D. T., and Christie B. R., 1993. Plant Breeding. Oxford: Westview Press.
- Vasal S. K. 2000. High Quality Protein Corn. Specialty Corn. . Lisboa: CRC. Press. CIMMYT.
- Westcott. B. 1986. Some Methods of Analyzing Genotype-Environment Interaction. *The Genetical Society of Great Britain. Heredity*. 56:243-253

Lampiran 1.

Program Eberhart dan Russel (16x4x7), hasil t/ha

Lokasi I							Lokasi II						
Entri	I	II	III	IV	Jumlah	Rataan	Entri	I	II	III	IV	Jumlah	Rataan
1	7.06	8.38	10.88	9.35	35.67	8.92	1	7.74	7.04	7.60	7.86	30.24	7.56
2	7.48	9.39	8.38	8.24	33.49	8.37	2	8.42	7.59	7.34	8.34	31.69	7.92
3	9.31	8.86	10.39	9.23	37.79	9.45	3	7.36	6.04	6.80	6.83	27.03	6.76
4	8.18	9.64	9.12	8.80	35.74	8.94	4	7.38	6.81	7.67	8.86	30.72	7.68
5	8.99	9.25	8.95	8.22	35.41	8.85	5	7.10	7.61	7.38	8.47	30.56	7.64
6	9.08	7.86	8.79	8.07	33.80	8.45	6	7.47	7.82	9.14	8.43	32.86	8.22
7	7.80	7.41	6.86	7.74	29.81	7.45	7	8.55	7.00	7.56	7.27	30.38	7.60
8	9.07	9.19	10.07	8.75	37.08	9.27	8	7.02	6.87	7.22	6.91	28.02	7.01
9	7.83	8.65	7.32	8.96	32.76	8.19	9	8.24	7.23	6.25	6.89	28.61	7.15
10	7.12	6.83	7.37	9.63	30.95	7.74	10	6.62	7.41	6.27	7.83	28.13	7.03
11	7.07	6.52	7.25	3.83	24.67	6.17	11	7.38	7.51	8.28	7.92	31.09	7.77
12	7.56	8.64	9.29	9.09	34.58	8.65	12	7.73	8.11	7.91	8.11	31.86	7.97
13	8.05	9.05	9.49	9.09	35.68	8.92	13	6.75	5.89	5.68	5.76	24.08	6.02
14	7.22	8.17	7.47	8.58	31.44	7.86	14	5.04	5.28	5.89	6.93	23.14	5.79
15	8.51	10.54	10.82	9.89	39.76	9.94	15	8.42	9.59	10.08	10.51	38.60	9.65
16	8.14	8.31	10.54	8.93	35.92	8.98	16	7.39	9.75	9.47	8.67	35.28	8.82
Jumlah	128.47	136.69	142.99	136.40	544.55	136.14	Jumlah	118.61	117.55	120.54	125.59	482.29	120.57
Rataan	8.03	8.54	8.94	8.53	34.03	8.51	Rataan	7.41	7.35	7.53	7.85	30.14	7.54

Lokasi III							Lokasi IV						
Entri	I	II	III	IV	Jumlah	Rataan	Entri	I	II	III	IV	Jumlah	Rataan
1	7.02	7.03	8.16	8.65	30.86	7.72	1	6.05	8.07	4.88	7.71	26.71	6.68
2	8.05	7.94	8.07	7.97	32.03	8.01	2	8.46	6.11	7.73	6.96	29.26	7.32
3	8.22	8.64	8.04	7.87	32.77	8.19	3	6.90	7.66	6.50	6.16	27.22	6.81
4	6.42	5.93	6.69	7.23	26.27	6.57	4	4.94	4.90	5.33	4.98	20.15	5.04
5	9.18	8.68	3.09	6.65	27.60	6.90	5	6.39	8.09	8.61	4.84	27.93	6.98
6	9.43	7.83	7.47	6.62	31.35	7.84	6	8.32	5.68	7.59	7.40	28.99	7.25
7	9.01	7.73	6.95	7.22	30.91	7.73	7	5.87	4.88	6.24	6.52	23.51	5.88
8	7.80	8.63	7.77	9.13	33.33	8.33	8	7.97	7.52	5.53	7.37	28.39	7.10
9	8.53	7.57	6.49	5.48	28.07	7.02	9	7.82	8.04	8.13	5.11	29.10	7.28
10	8.23	8.32	7.79	7.94	32.28	8.07	10	7.17	8.34	6.02	5.80	27.33	6.83
11	8.88	8.12	5.21	7.79	30.00	7.50	11	6.56	7.73	8.39	5.91	28.59	7.15
12	10.06	8.97	6.55	8.73	34.31	8.58	12	8.35	5.49	6.20	8.15	28.19	7.05
13	6.54	6.58	8.40	6.96	28.48	7.12	13	7.72	6.51	6.46	7.66	28.35	7.09
14	7.52	6.86	8.09	7.71	30.18	7.55	14	6.95	5.71	6.98	6.52	26.16	6.54
15	9.10	8.51	8.72	8.12	34.45	8.61	15	7.56	5.69	7.30	8.23	28.78	7.20
16	7.04	7.15	6.87	8.05	29.11	7.28	16	8.49	5.57	8.04	5.67	27.77	6.94
Jumlah	131.03	124.49	114.36	122.12	492.00	123.00	Jumlah	115.52	105.99	109.93	104.99	436.43	109.11
Rataan	8.19	7.78	7.15	7.63	30.75	7.69	Rataan	7.22	6.62	6.87	6.56	27.28	6.82

Lokasi V							Lokasi VI						
Entri	I	II	III	IV	Jumlah	Rataan	Entri	I	II	III	IV	Jumlah	Rataan
1	5.61	6.11	5.97	6.04	23.73	5.93	1	6.92	5.66	6.35	6.36	25.29	6.32
2	8.00	6.85	6.35	5.81	27.01	6.75	2	5.98	5.89	5.89	5.37	23.13	5.78
3	7.42	6.56	6.87	5.80	26.65	6.66	3	7.40	6.94	6.76	5.42	26.52	6.63
4	7.93	4.11	4.27	5.29	21.60	5.40	4	6.98	6.27	6.09	4.50	23.84	5.96
5	7.02	6.80	7.29	4.98	26.09	6.52	5	7.27	7.13	6.14	5.33	25.87	6.47
6	6.99	6.56	9.48	8.06	31.09	7.77	6	5.27	5.42	5.94	5.56	22.19	5.55
7	6.82	6.90	6.33	7.54	27.59	6.90	7	5.30	5.51	5.65	6.61	23.07	5.77
8	5.55	4.88	7.13	5.26	22.82	5.71	8	5.81	5.24	5.99	6.77	23.81	5.95
9	5.74	7.06	6.31	6.42	25.53	6.38	9	5.64	6.85	5.38	4.89	22.76	5.69
10	5.78	6.06	5.88	6.19	23.91	5.98	10	6.62	6.18	5.89	5.48	24.17	6.04
11	5.81	6.25	5.81	7.29	25.16	6.29	11	6.16	7.02	6.83	5.87	25.88	6.47
12	5.89	7.03	7.89	9.46	30.27	7.57	12	7.19	6.87	7.20	6.86	28.12	7.03
13	6.12	5.87	5.76	5.02	22.77	5.69	13	6.00	5.96	5.91	4.74	22.61	5.65
14	6.17	5.19	7.04	6.99	25.39	6.35	14	3.99	4.25	4.81	5.02	18.07	4.52

*Analisis Stabilitas Hasil dengan Model Eberhart-Russel's dan Biplot pada UML Jagung QPM
(Muhammad Yasin Hasanul Gaffar, Sigit Budi Santoso., and Sri Sunarti)*

		Lokasi VII					
		Entri	I	II	III	IV	Jumlah Rataan
		1	6.39	5.19	4.10	6.29	21.97 5.49
		2	5.79	6.39	6.44	6.76	25.38 6.35
		3	5.44	4.59	5.27	5.39	20.69 5.17
		4	5.65	5.22	5.48	4.87	21.22 5.31
		5	5.88	5.91	6.80	7.19	25.78 6.45
		6	4.98	5.59	5.89	4.57	21.03 5.26
		7	5.65	6.29	4.26	6.36	22.56 5.64
		8	5.93	6.42	5.12	5.60	23.07 5.77
		9	4.84	5.92	4.24	3.79	18.79 4.70
		10	3.32	6.33	4.54	5.58	19.77 4.94
		11	4.54	4.03	5.09	5.15	18.81 4.70
		12	6.66	5.83	5.69	6.00	24.18 6.05
		13	5.38	5.41	4.93	4.51	20.23 5.06
		14	3.76	5.34	4.97	5.58	19.65 4.91
		15	5.64	4.84	8.73	5.72	24.93 6.23
		16	5.47	3.87	5.06	5.81	20.21 5.05
		Jumlah	85.32	87.17	86.61	89.17	348.27 87.07
		Rataan	5.33	5.45	5.41	5.57	21.77 5.44

Indeks Lingkungan

Grd total 3119.140

Grd ratahan 6.962

L1 = 1.546

L2 = 0.573

L3 = 0.725

L4 = -0.143

L5 = -0.399

L6 = -0.782

L7 = -1.521

Analisis SK E x L (means data)

Entri	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	Jlh	Rataan
a	8.918	7.560	7.715	6.678	5.933	6.323	5.493	48.618	6.945
b	8.373	7.923	8.008	7.315	6.753	5.783	6.345	50.498	7.214
c	9.448	6.758	8.193	6.805	6.663	6.630	5.173	49.668	7.095
d	8.935	7.680	6.568	5.038	5.400	5.960	5.305	44.885	6.412
e	8.853	7.640	6.900	6.983	6.523	6.468	6.445	49.810	7.116
f	8.450	8.215	7.838	7.248	7.773	5.548	5.258	50.328	7.190
g	7.453	7.595	7.728	5.878	6.898	5.768	5.640	46.958	6.708
h	9.270	7.005	8.333	7.098	5.705	5.953	5.768	49.130	7.019
i	8.190	7.153	7.018	7.275	6.383	5.690	4.698	46.405	6.629
j	7.738	7.033	8.070	6.833	5.978	6.043	4.943	46.635	6.662
k	6.168	7.773	7.500	7.148	6.290	6.470	4.703	46.050	6.579
l	8.645	7.965	8.578	7.048	7.568	7.030	6.045	52.878	7.554
m	8.920	6.020	7.120	7.088	5.693	5.653	5.058	45.550	6.507
n	7.860	5.785	7.545	6.540	6.348	4.518	4.913	43.508	6.215
o	9.940	9.650	8.613	7.195	8.380	9.188	6.233	59.198	8.457
p	8.980	8.820	7.278	6.943	6.735	5.863	5.053	49.670	7.096
Jlh	136.138	120.573	123.000	109.108	105.018	98.883	87.068	779.785	
Rataan	8.509	7.536	7.688	6.819	6.564	6.180	5.442		6.962

S.K	db	JK	KT	Fhit
Entri	15	31.670398	2.111360	10.835
Lokasi	6	118.517937	19.752990	101.366
E x L	90	17.538162	0.194868	
Total	111	167.726497		

Analisis SK. Model Russel dan Eberhart

S.K	db	JK	KT	Fhit	Kesimp1
Total	111	167.726497			
Entries	15	31.670398	2.11135987		
Env t. + (Entries x Env)	96	136.056099			
Environment (linier)	1	118.517937			
Ent x Env t. (linier)	15	19.011063	1.2674042		
Pooled deviation	80	32.115247	0.40144059		
entri 1	5	0.519255	0.103851	1.087	tn
entri 2	5	0.93621	0.187242	1.959	n
entri 3	5	1.598218	0.3196436	3.344	n
entri 4	5	3.767656	0.7535312	7.884	n
entri 5	5	1.227011	0.2454022	2.567	n
entri 6	5	2.140094	0.4280188	4.478	n
entri 7	5	1.499246	0.2998492	3.137	n
entri 8	5	1.951082	0.3902164	4.083	n
entri 9	5	0.938838	0.1877676	1.964	n
entri 10	5	0.973364	0.1946728	2.037	n
entri 11	5	4.238978	0.8477956	8.870	n
entri 12	5	0.560223	0.1120446	1.172	tn
entri 13	5	2.526231	0.5052462	5.286	n
entri 14	5	2.767899	0.5535798	5.792	n
entri 15	5	4.843614	0.9687228	10.135	n
entri 16	5	1.630026	0.3260052	3.411	n
Pooled error	336	32.115247	0.09558109		
KK (%) =	9.10				
				F.tab(5%, 1%)	1.850
					2.210